

DE 004310968 A1
OCT 1994

★ KUBE/ P32 94-311278/39 ★ DE 4310968-A1
Knee joint prosthesis with two movable joint bodies - has one body
with two joint heads, and another one with two joint cups

KUBEIN-MEESBURG D 93.04.03 93DE-4310968

(94.10.06) A61F 2/38

Addnl. Data: NAEGERL H (NAEG/)

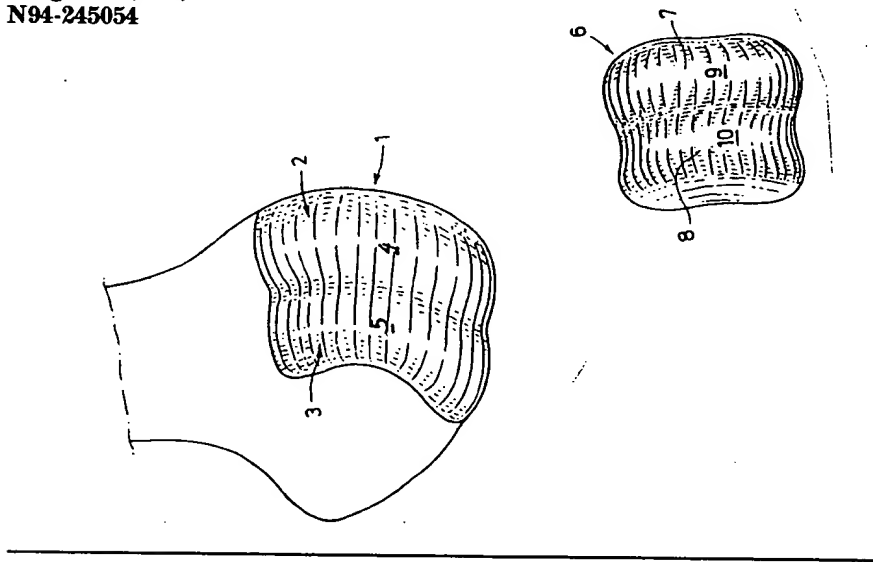
THEUSNER J (THEU/)

The two joint heads (2,3) and cups (7,8) have toroidal joint faces (4,5;9,10) with different circular section contours and functional faces in a longitudinal and a transverse plane. The curvature ratios of the functional faces in each plane are either concave-convex or convex-concave and the joint geometry of contacting faces is specified.

In each function plane the geometry is determined by a joint chain with two joint axes which pass through the centre points of the curvatures and are determined by them pref. the joint heads and cups are associated with a lateral and a medial joint.

ADVANTAGE - Improved simulation of natural conditions. (8pp
Dwg.No.1,2/8)

N94-245054



BEST AVAILABLE COPY

© 1994 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

Derwent House, 14 Great Queen Street, London WC2B 5DF England, UK

US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Blvd., Suite 401, McLean VA 22101, USA

Unauthorised copying of this abstract not permitted



DERWENT

Scientific and Patent Information



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 43 10 968 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:
A 61 F 2/38

②1 Aktenzeichen: P 43 10 968.3
②2 Anmeldetag: 3. 4. 93
④3 Offenlegungstag: 6. 10. 94

DE 43 10 968 A 1

⑦1 Anmelder:

Kubein-Meesenburg, Dietmar, Prof. Dr., 37547
Kreensen, DE; Nägerl, Hans, Dr., 37130 Gleichen,
DE; Theusner, Joachim, Dr., 8000 München, DE

⑦4 Vertreter:

Solf, A., Dr.-Ing., 81543 München; Zapf, C., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 42103 Wuppertal

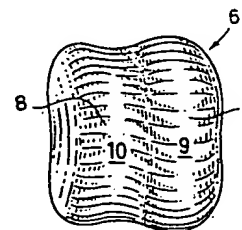
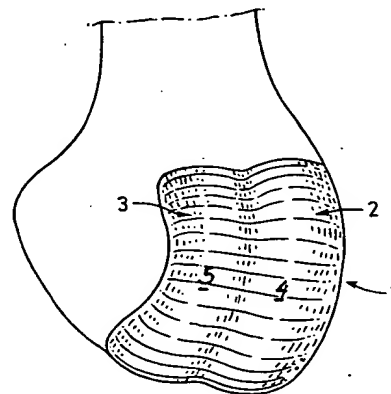
⑦2 Erfinder:

Kubein-Meesenburg, Dietmar, Prof. Dr., 3350
Kreensen, DE; Nägerl, Hans, Dr., 3407 Gleichen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Künstliches Gelenk zum Ersatz der menschlichen Kniescheibe

⑤7 Künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese für das menschliche Kniescheiben-Gelenk, bestehend aus zwei zueinander sich bewegenden Gelenkkörpern, einem Gelenkkörper (1) mit zwei zusammengefaßten Gelenkköpfen (2, 3) und einem Gelenkkörper (6) mit zwei zusammengefaßten Gelenkpfannen (7, 8), die jeweils toroidförmige Gelenkflächen (4, 5; 9, 10) besitzen, die in zueinander senkrechten Ebenen eine Längs- und einer entsprechenden Querebene, unterschiedliche kreisförmige Schnittkonturen aufweisende Funktionsflächen (4, 5; 9, 10) besitzen. Die Krümmungsverhältnisse der Funktionsflächen (4, 5; 9, 10) sind in jeder der Ebenen entweder konkav-konvex oder konvex-konvex. Die Gelenkgeometrie der in Kontakt tretenden Funktionsflächen (4, 10; 5, 9) ist zueinander in jeder der beiden Funktionsebenen durch eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen, dimere Gelenkkette, bestimmt, die durch Krümmungsmittelpunkte der Funktionsflächen (4, 5; 9, 10) verlaufen und durch diese festgelegt sind.



DE 43 10 968 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 94 408 040/390

10/31

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein künstliches Gelenk, insbesondere eine Endoprothese für das Gelenk, das die Knie Scheibe mit dem Oberschenkel verbindet, bestehend aus zwei zueinander sich bewegenden Gelenkteilen mit gekrümmten Gelenkflächen.

Aus der deutschen Patentanmeldung P 39 08 958.4 ist ein künstliches Gelenk zum Ersatz von menschlichen Gelenken bekannt, bestehend aus mindestens zwei Gelenkteilen mit zueinander sich bewegenden, sphärischen Funktionsflächen. Die Krümmungsverhältnisse der eine kreisförmige Schnittkontur aufweisenden Funktionsflächen sind zueinander konvexkonvex, konvex-konkav oder konkav-konkav, und die Gelenkgeometrie ist durch eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen, dimere Gelenkkette, bestimmt, die durch die Rotationszentren der Funktionsflächen verlaufen und durch die Zentren und deren Abstand definiert wird. Hierbei sind die Gelenkflächen kugelförmig ausgebildet, so daß eine Gelenkbewegung mit fünf Freiheitsgraden möglich ist.

Es hat sich jedoch gezeigt, daß ein derartiges Gelenk nicht geeignet ist, um die spezielle Gelenkfunktion, wie sie bei dem menschlichen Knie Scheibengelenk vorhanden ist, nachzubilden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein künstliches Gelenk zu schaffen, das geeignet ist zum Ersatz des menschlichen Knie Scheibengelenks, wobei die natürlichen Verhältnisse im wesentlichen nachgebildet werden.

Erfindungsgemäß wird dies durch ein künstliches Gelenk erreicht, bestehend aus zwei zueinander sich bewegenden Gelenkkörpern, einem Gelenkkörper mit zwei zusammengefaßten Gelenkköpfen und einem Gelenkkörper mit zwei zusammengefaßten Gelenkpfannen, die jeweils toroidförmige Gelenkflächen besitzen, die in zueinander senkrechten Ebenen — einer Längs- und einer entsprechenden Querebene, unterschiedliche kreisförmige Schnittkonturen aufweisende Funktionsflächen besitzen, wobei die Krümmungsverhältnisse der Funktionsflächen jeder der Ebenen entweder konkav-konvex oder konvex-konvex sind, und die Gelenkgeometrie der in Kontakt tretenden Funktionsflächen zueinander in jeder der beiden Funktionsebenen durch eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen, dimere Gelenkkette, bestimmt ist, die durch die Krümmungsmittelpunkte der Funktionsflächen verlaufen und durch diese festgelegt sind.

Die Erfindung beruht somit auf der Erkenntnis, daß die Gelenkbahnen des menschlichen Knie Scheibengelenks durch jeweils toroidförmige Flächen der Schnittkonturen in den zueinander senkrechten Ebenen ersetzt werden können.

Die hierbei auftretenden Druckbeanspruchungen können durch die Verwendung entsprechend fester Materialien beherrscht werden. Es wird somit ein künstliches Gelenk geschaffen, das eine besondere Bewegungsfreiheit in einer Gelenkebene besitzt, und das gleichzeitig eine hohe mechanische Stabilität mit einer großen Variationsbreite zur Anpassung an die individuellen Gegebenheiten aufweist sowie zusätzlich eine leichte Beweglichkeit in den zur Längsebene senkrechten Querebenen nach lateral aufgrund spezieller Konstruktionsmerkmale.

Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Anhand der in den beiliegenden Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele wird die Erfindung näher

erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Gelenkkörpers mit zwei zusammengefaßten Gelenkköpfen,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Gelenkkörpers mit zwei zusammengefaßten Gelenkpfannen,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Gelenk im Bereich des lateralen Gelenkteils,

Fig. 4 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie IV-IV in Fig. 3 in der Querebene,

Fig. 5 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Gelenk im medialen Gelenkteil,

Fig. 6 einen Schnitt entlang der Schnittlinie VI-VI in Fig. 5 in der Querebene,

Fig. 7 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Gelenk, zusammengesetzt aus den Gelenken gemäß Fig. 3 und 5.

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gelenkkörpers mit zwei zusammengefaßten Gelenkpfannen.

In Fig. 1 ist eine perspektivische Darstellung eines Teils des Oberschenkels, Femur, gezeigt, mit an dessen Gelenkkörper befestigten Oberschenkelgelenkteil 1, das aus zwei nebeneinanderliegenden Gelenkköpfen besteht, und zwar einem lateralen Gelenkkopf 2 und einem medialen Gelenkkopf 3. Die beiden Gelenkköpfe 2, 3 besitzen toroidförmig ausgebildete Funktionsflächen 4, 5, und zwar die laterale Funktionsfläche 4 und die mediale Funktionsfläche 5, wie sich dies im einzelnen aus der nachfolgenden Beschreibung ergibt.

Fig. 2 zeigt in perspektivischer Ansicht das zum Oberschenkelgelenkteil 1 zugehörige Patella-Gelenkteil 6, das aus zwei zusammengefaßten Gelenkpfannen besteht, und zwar einer medialen Gelenkpfanne 7 und einer lateralen Gelenkpfanne 8. Die beiden Gelenkpfannen 7, 8 besitzen wiederum toroidförmig gekrümmt ausgebildete Funktionsflächen 9, 10 und zwar die mediale Funktionsfläche 9 und die laterale Funktionsfläche 10. Die nähere Ausgestaltung ergibt sich aus der folgenden Beschreibung. Der laterale Gelenkkopf 2 und die laterale Gelenkpfanne 8 bilden ein erfindungsgemäßes Laterall-Gelenk und die mediale Gelenkpfanne 7 und der mediale Gelenkkopf 3 bilden ein erfindungsgemäßes Medial-Gelenk.

Wie sich aus Fig. 3 ergibt, besitzt die laterale Funktionsfläche 4 des lateralen Gelenkkopfes 2 in der sagittalen Schnittebene, d. h. in der Längsebene, eine kreisbogenförmige, konvexe Schnittkontur, deren Rotationszentrum M_1 ist und die den Radius R_1 besitzt. Die laterale Gelenkpfanne 8 besitzt eine Funktionsfläche 10 mit einer kreisförmigen, konkaven Schnittkontur mit dem Rotationszentrum M_2 und dem Radius R_2 . Hierbei ist eine derartige Anordnung vorgesehen, daß diese Rotationszentren M_1 und M_2 innerhalb des Gelenkteils mit der konvexen Schnittkontur liegen und die Gelenkachsenbahnen der Rotationszentren einen Radius $RL = R_2 - R_1$ besitzen. Hierbei ist R_2 derart bemessen, daß R_2 größer ist als R_1 , somit stellt diese Anordnung eine überlagerten druckstabile dimere Gelenkkette dar.

In Fig. 4 ist zu erkennen, daß auch in der Querebene die lateralen Funktionsflächen 4, 10 kreisförmige Schnittkonturen besitzen, wobei die kreisförmige konvexe Schnittkontur der Funktionsfläche 4 den Radius R_{11} und den Mittelpunkt bzw. das Rotationszentrum M_{11} besitzt und die kreisförmige, konkave Funktionsfläche 10 den Radius R_{22} sowie den Mittelpunkt M_{22} auf-

weist. Hierbei liegen beide Rotationszentren M_{11} und M_{22} im Körper mit der konvexen Funktionsfläche 4 und die Gelenkachsenbahn der Rotationszentren hat einen Radius $RL_1 = R_{22} - R_{11}$, wobei R_{22} größer ist als R_{11} , so daß diese Anordnung eine überschlagene, druckstabile dimere Gelenkkette darstellt. Weiterhin ist in den Fig. 3 und 4 zu erkennen, daß die Mittelpunkte M_{11} und M_{22} nicht mit den Rotationszentren M_1 bzw. M_2 zusammenfallen, was vorteilhaft ist. M_2 liegt vorteilhafterweise in der Position des gestreckten Beines gegenüber M_1 nach hinten (kaudal) versetzt, während M_{22} in bezug auf M_{11} nach außen versetzt ist.

In Fig. 5 ist wiederum ein Schnitt durch die Längsebene bzw. in der sagitalen Ebene des erfindungsgemäßen Medial-Gelenks dargestellt. Der mediale Gelenkkopf 3 besitzt die Funktionsfläche 5, die toroidförmig ausgebildet ist und eine kreisförmige, konvexe Schnittkontur besitzt, wobei diese kreisförmige Schnittkontur den Mittelpunkt bzw. das Rotationszentrum M_3 und den Radius R_3 besitzt. Die mediale Gelenkpfanne 7 besitzt eine Funktionsfläche 9, die in der Längsebene eine kreisförmige, konkave Schnittkontur aufweist, die den Mittelpunkt M_4 und den Radius R_4 besitzt. Wie dargestellt ist, liegen die Rotationszentren M_3 und M_4 jeweils im Körper mit der konvexen Schnittkontur der Funktionsfläche und die Gelenkachsenbahn der Rotationszentren M_3 und M_4 besitzt einen Radius $RM = R_4 - R_3$, wobei $R_4 > R_3$ ist, so daß sich eine druckstabile, dimere Gelenkkette ergibt.

In Fig. 6 ist der Schnitt gemäß der Frontalebene, Querebene, zu der Darstellung in Fig. 5 gezeigt. Hierbei ist zu erkennen, daß auch in dieser Schnittebene die Funktionsflächen 5, 9 jeweils kreisförmige Schnittkonturen besitzen. Die Funktionsfläche 5 des medialen Gelenkkopfes 3 weist dabei eine kreisförmige Schnittkontur mit dem Mittelpunkt M_{33} mit dem Radius R_{31} auf. Die Funktionsfläche 9 der medialen Gelenkpfanne besitzt in der Querebene eine kreisförmige, konvexe Schnittkontur mit dem Rotationszentrum M_{44} und dem Radius R_{41} . Hierbei liegen die Rotationszentren M_{33} und M_{44} jeweils innerhalb des zugehörigen Gelenkkörpers 3, 7 und die Gelenkachsenbahn der Rotationszentren M_{33} und M_{44} besitzt einen Radius $RM_1 = R_{31} + R_{41}$.

Die Rotationszentren M_3 und M_{33} müssen nicht zusammenfallen. Das Zentrum M_4 kann bezogen auf M_3 nach distal, hinten, und nach unten, kaudal, versetzt sein, wie das Rotationszentrum M_{44} , bezogen auf M_{33} nach vorne und nach außen, lateral, versetzt sein kann. Das derart ausgebildete mediale Gelenkteil des erfindungsgemäßen Kniescheibengelenks soll die natürliche Artikulation zwischen dem inneren Gelenkteil des Oberschenkels (Femur) und dem inneren Anteil der Kniescheibe (Patella) ersetzen. Hierbei weist dieses Gelenk in der sagitalen Ebene (der Längsebene) eine überschlagene druckkraftschlüssige dimere Kette auf und in der oder den dazu senkrechten Querebenen eine nichtüberschlagene druckkraftschlüssige Gelenkkette. Wegen der toroidförmigen Ausformung der Gelenkflächen ist eine gute Bewegungsfreiheit unter Kraftschluß in der Längsebene und eine weitgehend eingeschränkte in der Querebene gegeben.

Wie sich aus den Fig. 1 und 2 ergibt, sind jeweils die medialen und lateralen Gelenkteile derartig miteinander verbunden, daß jeweils eine starre Verbindung zwischen den Gelenkköpfen und den Gelenkpfannen gegeben ist. Hierbei ist es vorteilhaft, daß in der oder in den Querebenen die konvexen Gelenkköpfe 2, 3 durch eine

abgestimmte konkave Struktur verbunden sind und in der oder in den Querebenen die Gelenkpfannen 7, 8 durch eine abgestimmte konvexe Struktur verbunden sind. Hierbei ist es zweckmäßig, wenn der Radius der verbindenden konvexen Struktur zwischen den Gelenkköpfen 2, 3 nicht identisch ist mit den Radien R_{44} und R_{22} . Der Radius, der die Gelenkpfannen 7, 8 verbindenden konvexen Struktur kann größer sein als der der konkaven verbindenden Struktur der Gelenkköpfe 2, 3. Durch die Kopplung der Gelenkköpfe und der Gelenkpfannen ist der mediale und der laterale Gelenkteil zueinander so angeordnet, daß die Drehachsen senkrecht zur Längsebene parallel zueinander verlaufen und so zueinander angeordnet sind, daß die medialen Drehachsen hinter den jeweiligen lateralen Drehachsen angeordnet sind und in der Längsebene als Funktionsrichtung erfindungsgemäß ein Gelenkviereck geschaffen wird. Die Drehachsen der toroidförmigen Flächen können auch schräg zueinander gestellt sein.

In der Ausführungsform gemäß den Fig. 1 bis 6 sind die Radien R_1 , R_2 , R_3 und R_4 so gewählt, daß sie weitgehend harmonisch in die Führungsstrukturen des Kniegelenks übergehen. Hier ist weiterhin bei der Bemessung der Radien vorgesehen, daß sie gewährleisten, daß die Kontaktpunkte, die sich um M_1 bewegen, einen deutlich größeren Weg beschreiben als die Kontaktpunkte, die sich um M_3 bewegen. Hierbei stellen die Kontaktpunkte jeweils die Berührungspunkte der gegenüberliegenden Funktionsflächen dar. Weiterhin sind die Mittelpunkte M_1 und M_2 zueinander und die Mittelpunkte M_2 und M_4 zueinander genauso wie M_2 und M_4 zu M_1 und M_2 so gewählt, daß in der Startposition des Standes des menschlichen Knies die Kontaktpunkte im lateralen wie im medialen Gelenkteil weitgehend in einer nahezu horizontalen Querebene liegen. Mit zunehmender Beuge liegen die Kontaktpunkte in verschiedenen Querebenen und der Kontakt läuft auf dem lateralen Gelenkteil der Patella schneller nach kranial als auf den medialen Teil der Patella. Umgekehrt laufen die Kontaktpunkte mit zunehmender Beuge auf den medialen Gelenkkopfteil schneller nach kaudal, um in tiefer Beuge den Kontakt zu verlieren.

Fig. 7 zeigt einen Längsschnitt durch ein aus dem Medialgelenk und dem Lateralgelenk zusammengesetzten erfindungsgemäßen Gelenks, wobei das Medialgelenk hinter dem Lateralgelenk angeordnet ist. Gezeigt ist die Gelenkstellung zu Beginn einer Kniebeuge. Im übrigen sind gleiche Teile, wie in den Fig. 3 und 5, mit denselben Bezugsziffern versehen. Hierbei ist zu erkennen, daß das Lateralgelenk in der Längsebene gesehen nach vorne versetzt ist. Ebenfalls ist es möglich, das Lateralgelenk nach vorne und nach unten gegenüber dem Medialgelenk zu versetzen.

In Fig. 8 ist eine weitere Ausführungsform der Gelenkpfannen 9, 10 des Patella-Gelenkteils 6 dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, daß die Funktionsfläche der medialen Gelenkpfanne und der lateralen Gelenkpfanne jeweils in zwei übereinanderliegende Teil-Funktionsflächen 9a, 9b und 10a, 10b unterteilt sind. Die grundsätzliche geometrische Form der Funktionsflächen 9a, 9b und 10a, 10b entspricht derjenigen der Funktionsflächen 9 und 10 gemäß den Fig. 2 bis 4. Hierbei ergibt sich ein buckelförmiger Übergang zwischen den Teil-Funktionsflächen. Die Mittelpunkte der kreisförmigen Schnittkonturen der lateralen Funktionsflächen 10a, 10b liegen in derselben Ebene. Das gleiche gilt für die Mittelpunkte der medialen Funktionsflächen 9a und 9b. Sofern es sich um die kreisbogenförmige Schnittkontur in

der Querebene der Funktionsflächen handelt, so tritt hier keine Änderung gegenüber der Ausführungsform in den Fig. 2 bis 6 auf. In den Darstellungen der Fig. 2 und 8 ist der Mittelgrad 12 zwischen den Funktionsflächen 9 und 10 bzw. 9a, 9b und 10a, 10b jeweils medial verbogen dargestellt, d. h. die jeweiligen Enden sind nach lateral versetzt. Es liegt ebenfalls im Rahmen der Erfindung, diesen Mittelgrad gradlinig verlaufend auszubilden.

Des weiteren liegt es im Rahmen der Erfindung, wenn in Abweichung des Ausführungsbeispiels der Fig. 6 die Funktionsfläche 9 in der Querebene eine konkave, kreisbogenförmige Schnittkontur besitzt, so daß sich eine druckstabile dimere Gelenkkette ausbildet, wobei der Radius der Gelenkachsenbahn $RM_1 = R_{41} - R_{31}$ ist, mit $R_{41} > R_{31}$, wobei die Mittelpunkte M_{33} und M_{44} im Gelenkkörper mit der konvexen Schnittkontur liegen. Eine entsprechende Ausbildung kann auch für die Funktionsflächen 9a, 9b, in Fig. 8 vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese für das menschliche Kniegelenk, bestehend aus zwei zueinander sich bewegenden Gelenkkörpern, einem Gelenkkörper (1) mit zwei zusammengefaßten Gelenkköpfen (2, 3) und einem Gelenkkörper (6) mit zwei zusammengefaßten Gelenkpfannen (7, 8), die jeweils toroidförmige Gelenkflächen (4, 5; 9, 10) besitzen, die in zueinander senkrechten Ebenen eine Längs- und einer entsprechenden Querebene, unterschiedliche kreisförmige Schnittkonturen aufweisende Funktionsflächen (4, 5; 9, 10) besitzen, wobei die Krümmungsverhältnisse der Funktionsflächen (4, 5; 9, 10) in jeder der Ebenen entweder konkav-konvex oder konvex-konvex sind, und die Gelenkgeometrie der in Kontakt tretenden Funktionsflächen (4, 10; 5, 9) zueinander in jeder der beiden Funktionsebenen durch eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen, dimere Gelenkkette, bestimmt ist, die durch die Krümmungsmittelpunkte $M_1, M_{11}; M_2, M_{22}; M_3, M_{33}$ und M_4, M_{44} der Funktionsflächen (4, 5; 9, 10) verlaufen und durch diese festgelegt sind.
2. Künstliches Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zusammengefaßten Gelenkköpfe (2, 3) und die zusammengefaßten Gelenkpfannen (7, 8) einem Lateralgelenk und einem Medialgelenk zugeordnet sind und die laterale Funktionsfläche (4) des lateralen Gelenkkopfes (2) in der sagitalen Schnittebene, d. h. in der Längsebene, eine kreisbogenförmige, konvexe Schnittkontur besitzt, deren Rotationszentrum M_1 ist und die den Radius R_1 besitzt und wobei die laterale Gelenkpfanne (8) eine Funktionsfläche (10) aufweist mit einer kreisförmigen, konkaven Schnittkontur mit dem Rotationszentrum M_2 und dem Radius R_2 und die Rotationszentren M_1 und M_2 innerhalb des Gelenkteils mit der konvexen Schnittkontur liegen, und die Gelenkachsenbahnen der Rotationszentren einen Radius $RL = R_2 - R_1$ besitzen, wobei R_2 größer ist als R_1 .
3. Künstliches Gelenk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Querebene die laterale Funktionsfläche (4) des lateralen Gelenkkopfes (2) und die laterale Funktionsfläche (10) der Gelenkpfanne (8) eine kreisförmige Schnittkontur besitzen, wobei die kreisförmige, konvexe Schnitt-

kontur der Funktionsfläche (4) den Radius R_{11} und den Mittelpunkt M_{11} besitzt und die kreisförmige, konkave Funktionsfläche (10) den Radius R_{22} sowie den Mittelpunkt M_{22} aufweist, und die Rotationszentren M_{11} und M_{22} im Körper mit der konvexen Funktionsfläche (4) liegen, und die Gelenkachsenbahn der Rotationszentren einen Radius $RL_1 = R_{22} - R_{11}$ besitzt, wobei R_{22} größer ist als R_{11} .

4. Künstliches Gelenk nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelpunkte M_{11} und M_{22} nicht mit den Rotationszentren M_1 bzw. M_2 zusammenfallen und M_2 vorteilhafterweise in der Position des gestreckten Beines gesehen gegenüber M_1 nach hinten versetzt ist, während M_{22} in bezug auf M_{11} nach außen versetzt ist.

5. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Längsebene gesehen das mediale Gelenk einen medialen Gelenkkopf (3) mit einer Funktionsfläche (5) besitzt, die toroidförmig ausgebildet ist und eine kreisförmige, konvexe Schnittkontur besitzt, wobei diese kreisförmige Schnittkontur den Mittelpunkt bzw. das Rotationszentrum M_3 und den Radius R_3 besitzt und die mediale Gelenkpfanne (7) eine Funktionsfläche (9) aufweist, die in der Längsebene eine kreisförmige, konkave Schnittkontur aufweist, die den Mittelpunkt M_4 und den Radius R_4 besitzt, wobei die Rotationszentren M_3 und M_4 jeweils im Körper mit der konvexen Schnittkontur der Funktionsfläche liegen und die Gelenkachsenbahn der Rotationszentren M_3 und M_4 einen Radius $RM = R_4 - R_3$ aufweist, wobei $R_4 > R_3$ ist.

6. Künstliches Gelenk nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Schnitt durch die Querebene die Funktionsfläche (5) des Gelenkkopfes (3) und die Funktionsfläche (9) der Gelenkpfanne (7) jeweils kreisförmige Schnittkonturen aufweisen, wobei die Funktionsfläche (5) dabei eine konvexe Schnittkontur mit dem Mittelpunkt M_{33} und dem Radius R_{31} besitzt, und die Funktionsfläche (9) der medialen Gelenkpfanne eine kreisförmige, konvexe Schnittkontur mit dem Rotationszentrum M_{44} und dem Radius M_{41} besitzt, wobei die Rotationszentren M_{33} und M_{44} jeweils innerhalb des zugehörigen Gelenkkörpers (3, 7) sich befinden und die Gelenkachsenbahn der Rotationszentren M_{33} und M_{44} einen Radius $RM_1 = R_{31} + R_{41}$ besitzt.

7. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Rotationszentrum M_4 bezogen auf das Rotationszentrum M_3 nach distal, d. h. nach hinten und nach unten, kaudal, versetzt ist sowie das Rotationszentrum M_{44} bezogen auf das Rotationszentrum M_{33} nach vorne und nach außen, lateral, versetzt ist.

8. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in der oder in den Querebenen die konvexen Gelenkköpfe (2, 3) durch eine abgestimmte konkave Struktur verbunden sind und in der oder in den Querebenen die Gelenkpfannen (7, 8) durch eine abgestimmte konvexe Struktur verbunden sind, wobei vorteilhafterweise der Radius der verbindenden konvexen Struktur zwischen den Gelenkköpfen (2, 3) nicht identisch ist mit den Radien R_{44} und R_{22} und der Radius der die Gelenkpfannen (7, 8) verbindenden konvexen Struktur größer ist als der der konkaven verbindenden Struktur der Gelenkköpfe (2, 3).

9. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1

bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Radien R_1 , R_2 , R_3 und R_4 so gewählt sind, daß gewährleistet ist, daß die Kontaktpunkte, die sich um das Rotationszentrum M_1 bewegen einen deutlich größeren Weg beschreiben als die Kontaktpunkte, die sich um das Rotationszentrum M_3 bewegen, wobei die Kontaktpunkte jeweils die Berührungspunkte der gegenüberliegenden Funktionsflächen darstellen.

10. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelpunkte M_1 und M_2 zueinander und die Mittelpunkte M_2 und M_4 zueinander, ebenso wie die Mittelpunkte M_2 und M_4 zu den Mittelpunkten M_1 und M_3 so gewählt sind, daß in der Startposition des Standes des menschlichen Knies die Kontaktpunkte im lateralen wie im medialen Gelenkteil weitgehend in einer nahezu horizontalen Querebene liegen.

11. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkpfanne (9, 10) des Patella-Gelenkteils (6) Funktionsflächen aufweist, die jeweils in zwei übereinanderliegende Teil-Funktionsflächen (9a, 9b) und (10a, 10b) unterteilt sind, wobei die kreisförmige Schnittkontur dieser Teilfunktionsflächen derjenigen der entsprechenden Funktionsfläche (9, 10) entspricht.

12. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionsfläche (9) in der Querebene gesehen eine konkave, kreisbogenförmige Schnittkontur besitzt, wobei der Radius der Gelenkachsenbahn $RM_1 = R_{41} - R_{31}$ ist mit $R_{41} > R_{31}$, wobei die Mittelpunkte M_{33} und M_{44} im Gelenkkörper mit der konvexen Schnittkontur liegen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

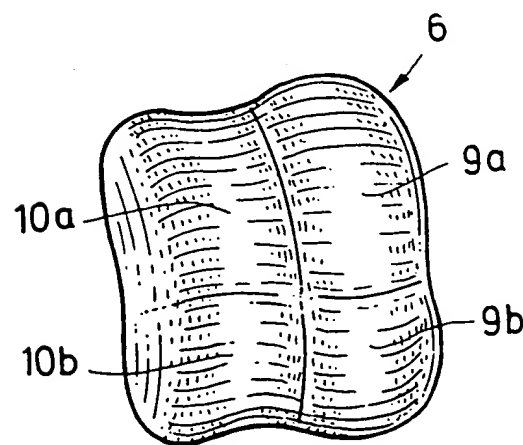
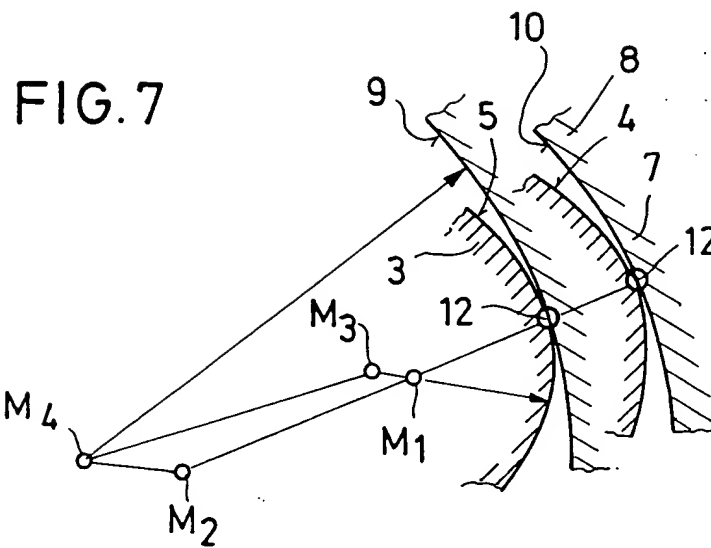


FIG.8

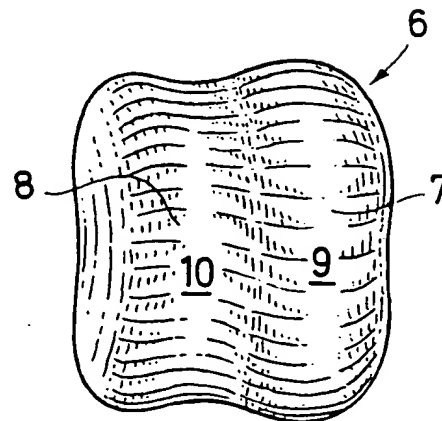
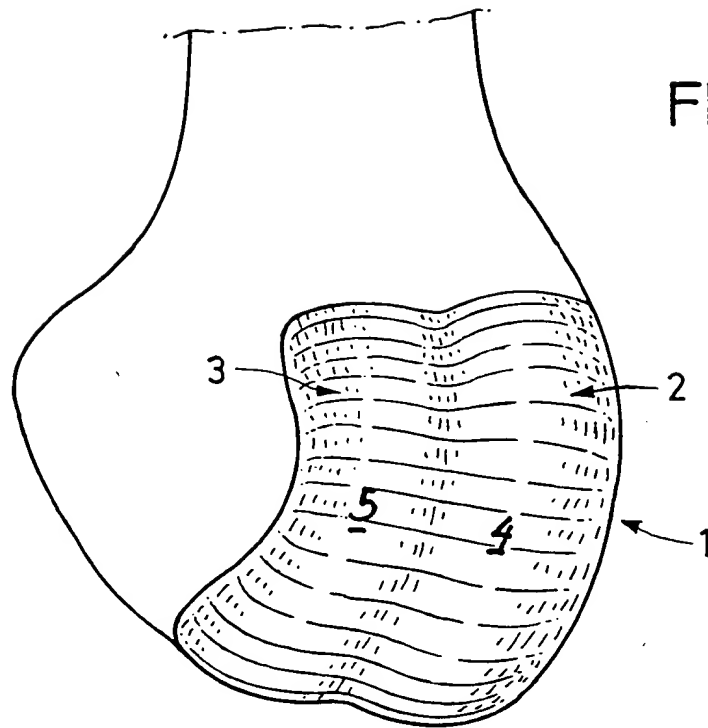


FIG. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.